

Detlef Ridder

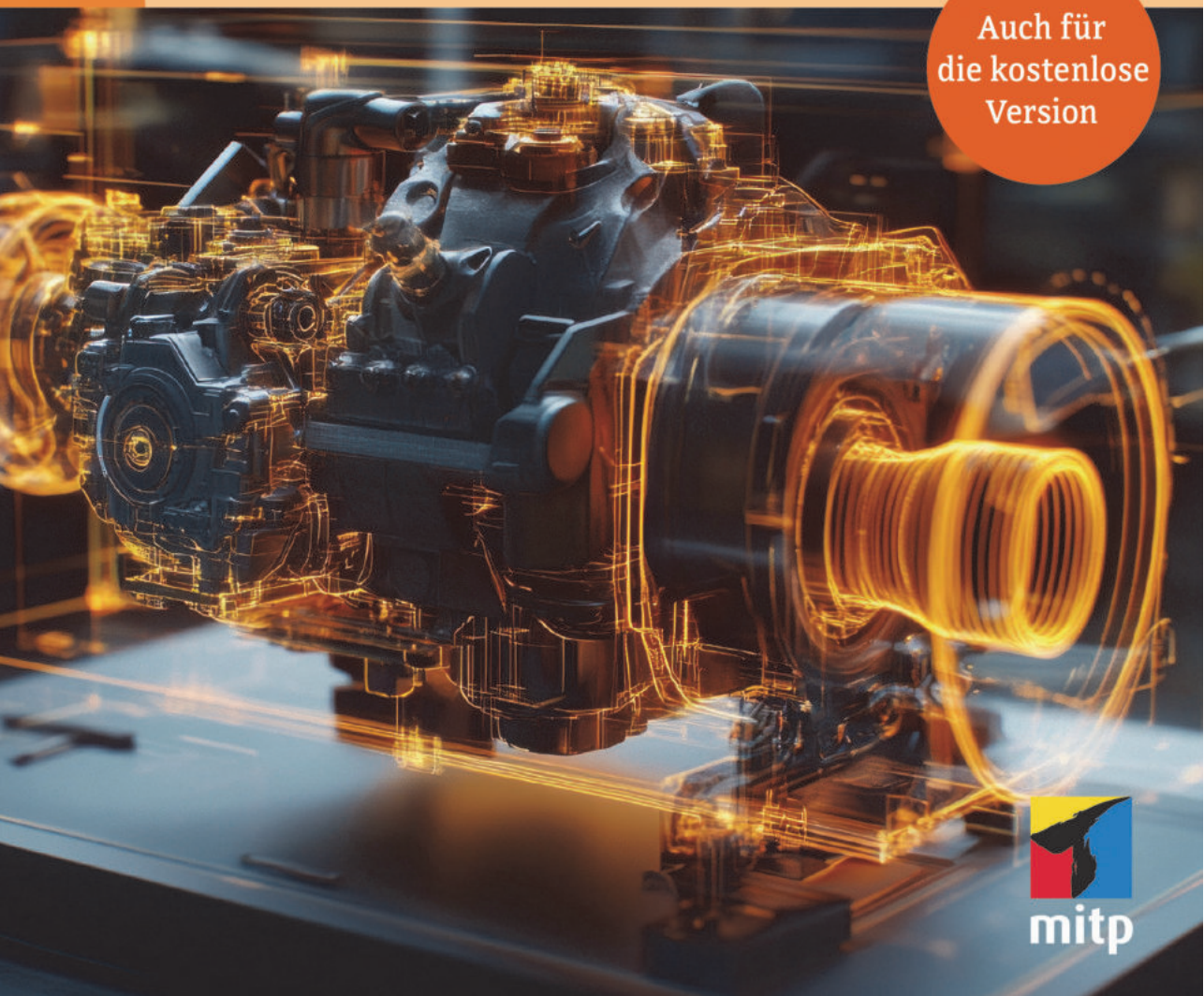
Autodesk

# Fusion

Der praktische Einstieg  
in die 3D-Modellierung

Mit zahlreichen Schritt-für-Schritt-Anleitungen

Auch für  
die kostenlose  
Version



mitp

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Einleitung</b> . . . . .	11
<b>1</b>	<b>Erste Schritte: Am Anfang eine einfache Kiste</b> . . . . .	15
1.1	Download und Installation . . . . .	15
1.2	Abonnement, Funktionsumfang und Privatnutzung . . . . .	17
1.3	Hard- und Software-Voraussetzungen . . . . .	18
1.4	Fusion starten und eine einfache Konstruktion erstellen: die Kiste . . . . .	19
1.4.1	Das Fusion-Fenster . . . . .	19
1.4.2	Die richtige Organisation . . . . .	20
1.4.3	Die erste Konstruktion . . . . .	22
1.4.4	Elegante Konstruktion mit »Schale« . . . . .	28
1.4.5	Browser und Zeitleiste . . . . .	29
1.5	Die Konstruktion betrachten . . . . .	31
1.5.1	Anzeigeeinstellungen . . . . .	31
1.5.2	Ansichten und Schnitte manipulieren . . . . .	32
1.6	Abrundungen und Fasen . . . . .	35
1.6.1	Abrunden in der Skizze . . . . .	35
1.6.2	Volumenkörper abrunden . . . . .	37
1.6.3	Fase in der Skizze . . . . .	39
1.6.4	Fase im Volumen . . . . .	42
1.7	Eine Konstruktion über Parameter variieren . . . . .	44
1.8	Alternative Konstruktion: Kiste aus Brettern . . . . .	48
1.9	Der Deckel für die Kiste . . . . .	56
1.9.1	Körper und Komponenten . . . . .	58
1.10	Skalieren mit Parametern . . . . .	59
1.11	Nützliche Voreinstellungen . . . . .	61
1.11.1	Allgemeine Voreinstellungen . . . . .	61
1.11.2	Navigationsleiste . . . . .	62
1.11.3	Multifunktionsleiste anpassen . . . . .	63
1.12	Wie werden Objekte gewählt? . . . . .	64
1.12.1	Fenster- und Kreuzenauswahl . . . . .	65
1.12.2	Freiformauswahl . . . . .	66
1.13	Übungsteile . . . . .	66
1.13.1	Übungsteil 1-1: Prisma . . . . .	66

1.13.2	Übungsteil 1-2: Stützblock . . . . .	67
1.13.3	Übungsteil 1-3: Flanschteil. . . . .	68
<b>2</b>	<b>Rotationsteile: Jetzt geht's rund mit der Funktion »Drehen« . . . . .</b>	<b>69</b>
2.1	Teile mit Rotationssymmetrie. . . . .	69
2.1.1	Bolzen . . . . .	69
2.1.2	Alternative Konstruktion aus zwei Zylindern. . . . .	73
2.1.3	Veränderungen am Detail . . . . .	75
2.2	Skizzieren in kleinen Schritten oder mit großen Formen . . . . .	82
2.2.1	Ein Niet skizziert mit Linie und Bogen. . . . .	82
2.2.2	Alternative Konstruktion aus Kreis und Rechteck . . . . .	85
2.3	Wellenkonstruktion mit Drehen. . . . .	87
2.4	Details an Wellen mit Extrusion. . . . .	91
2.4.1	Einkerbung am Wellenende . . . . .	91
2.4.2	Einkerbung in der Mitte der Welle . . . . .	94
2.4.3	Welle mit konischen Zapfen . . . . .	96
2.5	Abhängigkeiten löschen . . . . .	100
2.6	Übungsteile . . . . .	100
2.6.1	Übungsteil 2-1: Auflageprisma . . . . .	100
2.6.2	Übungsteil 2-2: Befestigungskrallen . . . . .	101
2.6.3	Übungsteil 2-3: Kreuzschlüssel . . . . .	102
<b>3</b>	<b>Profile und Pfade: Sweeping und Lofting . . . . .</b>	<b>103</b>
3.1	Sweeping mit individuellen Pfaden . . . . .	104
3.1.1	Sechskantschlüssel mit Sweeping . . . . .	104
3.1.2	Sweeping mit Pfad und Führungsschiene . . . . .	110
3.1.3	Sweeping mit mehreren Profilen . . . . .	112
3.1.4	Volumenkörper-Sweeping . . . . .	113
3.1.5	Gestelle . . . . .	118
3.1.6	Alternative Konstruktion: Gestell aus Drei-Tafel-Darstellung . . . . .	125
3.2	Federn und Gewinde mit »Spirale« . . . . .	129
3.3	Gewinde . . . . .	131
3.4	Rohrleitungen mit »Leitung« . . . . .	132
3.5	Erhebung – Lofting mit eigenen Querschnitten . . . . .	136
3.5.1	Standard-Erhebung mit zwei Profilen. . . . .	136
3.5.2	Erhebung mit mehreren Profilen und Verlaufsführung. . . . .	138
3.5.3	Ein Posthorn: Erhebung mit mehreren Profilen und Verlaufsführung mit Mittellinie . . . . .	142

3.6	Übungsteile .....	146
3.6.1	Übungsteil 3-1: Teile für Schraubzwinge .....	147
3.6.2	Übungsteil 3-2: Ein Hosenrohr .....	148
<b>4</b>	<b>Bohrungen und Gewinde .....</b>	<b>149</b>
4.1	Teile mit Bohrungen und Innengewinden .....	149
4.1.1	Einzelne Bohrungen .....	149
4.1.2	Gewindebohrung .....	152
4.1.3	Mehrere Bohrungen .....	154
4.2	Außengewinde .....	155
4.2.1	Eine Gewindestange .....	155
4.2.2	Fase bei Gewinden .....	158
4.2.3	Gewinde mit Fase und Freistich .....	158
4.3	Schrauben & Co. ....	160
4.3.1	Holzschraube mit Spitze .....	160
4.3.2	Ein Bit .....	165
4.3.3	Schraubenkopf mit Kreuzschlitz .....	169
4.4	Übungsteile .....	172
4.4.1	Übungsteil 4-1: Flanschteil mit Bohrungen .....	172
4.4.2	Übungsteil 4-2: Welle mit Gewindebohrung .....	174
4.4.3	Übungsteil 4-3: Befestigungsbohrung .....	174
4.4.4	Übungsteil 4-4: Schraubzwinge .....	176
<b>5</b>	<b>Modellieren: Ein bisschen wie mit Knete .....</b>	<b>177</b>
5.1	Teile über Flächen modellieren .....	177
5.1.1	Bleistift .....	177
5.1.2	Schraubendreher .....	185
5.2	Teile als Freiformgeometrie modellieren .....	186
5.2.1	Autokarosserie .....	188
5.3	Übungsteil 5-1: Stemmeisen .....	191
<b>6</b>	<b>Baugruppen zusammensetzen .....</b>	<b>193</b>
6.1	Schraubzwinge .....	194
6.2	Zange .....	200
6.2.1	Konstruktion .....	200
6.2.2	Zange bewegen .....	209
6.3	Einbau von Zukaufteilen .....	210
6.3.1	Komponente einfügen .....	211
6.3.2	Schraube einfügen .....	215

6.3.3	Ableitung einfügen . . . . .	216
6.3.4	Weitere Optionen des Menüs »Einfügen« . . . . .	216
6.4	Übungsteil 6-1: Windrad . . . . .	217
7	<b>Animation.</b> . . . . .	223
7.1	Explosionsdarstellung . . . . .	223
7.2	Animation erstellen . . . . .	224
7.3	Das Drehbuch . . . . .	226
7.4	Der Animationsfilm. . . . .	227
7.5	Übungsteile . . . . .	228
7.5.1	Übungsteil 7-1: Schraubzwinde animieren. . . . .	228
7.5.2	Übungsteil 7-2: Windrad animieren . . . . .	229
8	<b>Präsentationen mit »Rendern« gestalten.</b> . . . . .	231
8.1	Darstellungen im Bereich »Konstruktion« . . . . .	231
8.2	Darstellungsmöglichkeiten im Bereich »Rendern« . . . . .	233
8.2.1	Spezielle Voreinstellungen für den Bereich »Rendern« . . . . .	233
8.2.2	Material und Farbe . . . . .	234
8.2.3	Materialzuordnung für Körper . . . . .	235
8.2.4	Farbe und Oberflächenmaterial überschreiben . . . . .	236
8.2.5	Szeneneinstellungen . . . . .	236
8.2.6	Abziehbilder . . . . .	239
8.2.7	Texture-Map-Steuerelemente. . . . .	239
8.3	Rendern im Zeichenbereich . . . . .	241
8.4	Rendern im Render-Fenster . . . . .	243
8.5	Übungsteile . . . . .	244
8.5.1	Übungsteil 8-1: Kombizange . . . . .	244
8.5.2	Übungsteil 8-2: Windrad im Gelände. . . . .	246
9	<b>Dokumentieren: Die technische Zeichnung</b> . . . . .	247
9.1	Technische Zeichnungen von einer Konstruktion ableiten . . . . .	247
9.1.1	Dokumenteinstellungen. . . . .	247
9.1.2	Automatische Zeichnungserstellung . . . . .	249
9.1.3	Manuelle Zeichnungserstellung . . . . .	252
9.1.4	Weitere Ansichten . . . . .	254
9.2	Ansichten geometrisch ergänzen . . . . .	258
9.3	Ansichten bemaßen. . . . .	261
9.3.1	Universalbemaßung. . . . .	261
9.3.2	Automatische Bemaßung . . . . .	262

9.3.3	Plan bereinigen. ....	264
9.3.4	Manuelle Bemaßungsfunktionen. ....	265
9.3.5	Nachbearbeitung von Bemaßungen. ....	270
9.3.6	Weitere Pläne erstellen. ....	273
9.4	Technische Zeichnungen von einer Animation ableiten. ....	273
9.5	Übungsteile. ....	275
9.5.1	Übungsteil 9-1: Kiste aus Kapitel 1. ....	275
9.5.2	Übungsteil 9-2: Rotationsteil aus Kapitel 2. ....	276
9.5.3	Übungsteil 9-3: Sechskantschlüssel. ....	277
<b>10</b>	<b>Ab in die Produktion: Fertigen. ....</b>	<b>279</b>
10.1	Fräsen. ....	279
10.1.1	Beispielkonstruktion. ....	279
10.1.2	Start im Bereich »Fertigen«. ....	282
10.1.3	Planfräsen. ....	285
10.1.4	Darstellung und Simulation. ....	290
10.1.5	Postprozessor: NC-Code-Ausgabe. ....	292
10.1.6	Räumen des Außenbereichs. ....	295
10.1.7	Tasche fräsen. ....	298
10.1.8	Bohren. ....	300
10.2	Drehen. ....	304
10.2.1	Maschinendefinition. ....	306
10.2.2	Setup für das Drehen. ....	307
10.2.3	Planschruppen. ....	309
10.2.4	Längsschruppen. ....	312
10.2.5	Planschlichten. ....	314
10.2.6	Längsschlichten. ....	314
10.2.7	Einstich. ....	315
10.3	3D-Druck. ....	317
10.4	Übungsteile. ....	320
10.4.1	Übungsteil 10-1: Spielfigur drehen. ....	320
10.4.2	Übungsteil 10-2: Flanschteil außen fräsen. ....	321
10.4.3	Übungsteil 10-3: Flanschteil innen fräsen. ....	323
10.4.4	Übungsteil 10-4: Flanschteil bohren. ....	324
	<b>Stichwortverzeichnis. ....</b>	<b>325</b>



# Einleitung

AUTODESK FUSION trägt seinen Namen zu Recht: Unter *Fusion* versteht man, im amerikanischen wie auch im deutschen Sprachgebrauch, allgemein die Zusammenfassung, das Verschmelzen mehrerer Dinge. Und hier im Programm FUSION sind auch viele Dinge zusammengekommen, die man sonst nur in mehreren einzelnen Spezialprogrammen findet.

Fusion deckt in zahlreichen Funktionsbereichen sehr viele unterschiedliche Produktentwicklungen umfassend ab. Es ist deshalb fast vermessen, diese Möglichkeiten alle in einem Buch erfassen zu wollen. Aber das ist hier auch gar nicht das eigentliche Ziel. Mit diesem Buch möchte ich Sie als Leser schrittweise anhand verschiedener Beispiele in die Benutzung des Programms einführen. Sie werden grundsätzliche Vorgehensweisen kennenlernen, wie verschiedene konstruktive Probleme gelöst werden können, manchmal auch auf mehreren Wegen, die jeweils den einen oder anderen Vorzug haben.

Anhand dieser Beispiele sollte es Ihnen gelingen, sich auch an Bereichen und Verfahren zu versuchen, die hier im Buch nicht direkt beschrieben werden. Betrachten Sie dieses Buch deshalb als Gebrauchsanleitung für verschiedene Beispiele. Bei vielen Anwendungsfällen, die Ihnen in der Praxis begegnen, läuft das Vorgehen dann sehr ähnlich ab.

Beobachten Sie beim Anwenden der zahlreichen Funktionen genau, wo was auf dem Bildschirm passiert, und reagieren Sie entsprechend auf die vielen dynamisch erscheinenden Eingabeaufforderungen. Man kann sich im Laufe der Programmbenutzung gut an den Arbeitsstil des Programms gewöhnen und erhält dadurch eine gewisse Routine, die auch bei unbekannten Funktionen gut weiterhilft. Nutzen Sie auch die Online-Hilfe, die Ihnen oben rechts auf dem Bildschirm angeboten wird und neuerdings sogar einen Assistenten zur Verfügung stellt.

## Übersicht der Funktionsbereiche in Fusion

Es beginnt mit dem Bereich KONSTRUKTION, in dem SKIZZEN erstellt werden, und aus diesen SKIZZEN dann dreidimensionale VOLUMENKÖRPER oder FLÄCHEN. Und unter diesen Flächen gibt es auch das Verfahren FORM ERSTELLEN zum Modellieren von dreidimensionalen Freiformflächen. Letztere können natürlich wieder nahtlos zu Volumenkörpern ergänzt werden. Auch die Behandlung von NETZFLÄ-

CHEN ist hier eingeschlossen, die oft von externen Daten aus dem Bereich 3D-Druck verfügbar sind, sowie die Spezialbereiche BLECH und KUNSTSTOFF, die im Unterschied zum klassischen 3D-Konstruktionsbereich besondere Verfahren beinhalten.

Besteht schon der Bereich KONSTRUKTION aus diversen fusionierten Verfahren, so ergänzen die folgenden Bereiche das Programm noch weiter zu einer Verfahrensfusion, die einen Großteil der gesamten Produktentwicklung abdecken kann:

- GENERATIVES DESIGN hilft dem Entwickler, die konstruierten Formen nach verschiedenen Gesichtspunkten zu optimieren.
- RENDERN erzeugt photorealistische Präsentationen und mit Spezialeffekten gestaltete Demonstrationen.
- ANIMATION erlaubt in Explosionsdarstellungen die Zerlegung komplexer Baugruppen in die Einzelteile inklusive einer filmischen Darstellung.
- SIMULATION umfasst zahlreiche physikalische Berechnungen, die sich aus der Form und dem Material der Bauteile ergeben, um deren Verhalten bei Belastungen verschiedener Art vorherzusagen.
- FERTIGEN bietet eine Vielzahl von Fertigungsverfahren vom CNC-Fräsen und -Drehen bis zum 3D-Druck an, um die nötigen Steuerdaten für den Produktionsprozess zu liefern.
- ZEICHNUNG erlaubt die Ableitung von technischen Zeichnungen aus den Konstruktionsdaten mit teilweise automatisierten Hilfen zur Ansichtserzeugung und Bemaßung.
- ELEKTRONIK liefert einen ganz eigenen umfangreichen Bereich zum Entwurf von elektronischen Schaltungen über Leiterplatten-Bestückung bis hin zur Schaltkreissimulation.

## Die verschiedenen Programm-Versionen

Das Programm FUSION ist mit verschiedenen Varianten verfügbar. Es gibt eine *30-tägige Testversion* gratis, dann eine Version für *Hobby-Anwender* ohne professionelle Ambitionen, die langfristig gratis aber im Funktionsumfang etwas beschränkt ist, und für *Studenten und Lehrkräfte* ebenfalls Versionen, die mit jährlichen Studienbescheinigungen gratis sind. Für den professionellen Anwender gibt es das Abonnement mit Laufzeiten von einem *Monat*, einem *Jahr* oder *drei Jahren*. Da das Programm auch Funktionen enthält, die erheblichen Rechenaufwand in der Cloud erfordern, wie etwa bei der Simulation, gibt es die Möglichkeit, dafür *Tokens* oder *Cloud-Punkte* zu kaufen. Die Konstruktionen werden generell in der Cloud gespeichert, aber Sie haben auch die Möglichkeit, lokale Kopien anzulegen.

Dieses Buch konzentriert sich auf grundsätzliche Beispiele, die mit allen Versionen umsetzbar sind, also auch mit der Version für den Hobby-Anwender.

Das Programm erhält in kurzen Abständen *Updates*, über die Sie dann oben rechts in der Info-Leiste benachrichtigt werden. Dadurch ist Ihr Programm stets aktuell, aber Sie müssen mit kleinen *Funktionsanpassungen* rechnen. Das bedingt zwar eventuell kleine Abweichungen vom vorliegenden Buchtext, aber generell betreffen diese Abweichungen nur Verbesserungen im Funktionsablauf. Deshalb seien Sie in dieser Beziehung auch flexibel und führen Sie einen aktiven Dialog mit dem Programm, indem Sie die Eingaben stets der Bedeutung nach realisieren.

## Downloads zum Buch

Natürlich stellt Ihnen der Verlag die Beispiele aus dem Buch und die Lösungen der Übungen am Ende jedes Kapitels als Downloads zur Verfügung. Sie können darin einzelne Konstruktionsschritte nachverfolgen, indem Sie im Browser und in der Zeitleiste der Konstruktionen blättern und in den Bearbeitungsmodus umschalten.

Die Downloads finden Sie auf der Webseite des Verlags unter:  
<https://www.mitp.de/0874>

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Erfolg beim schrittweisen Ausprobieren dieses großartigen Programms.

Detlef Ridder  
Germering, den 18.3.2025

# Erste Schritte: Am Anfang eine einfache Kiste

Bevor wir mit der ersten Konstruktion beginnen, wird natürlich die Software heruntergeladen. Danach folgt eine ganz einfache Konstruktion für eine quaderförmige Kiste. Damit werden die grundlegenden Schritte zur Erstellung von zweidimensionalen Skizzen und dreidimensionalen Körpern demonstriert. Schließlich wird die Kiste noch mit einem Deckel versehen und unterteilt, um weitere Bearbeitungsmöglichkeiten zu zeigen.

## 1.1 Download und Installation

Wenn Sie Fusion benutzen wollen, haben Sie vier Möglichkeiten:

1. Sie laden eine *kostenlose* Version mit reduziertem Funktionsumfang für *Privatanwender* herunter oder
2. Sie abonnieren es kostenpflichtig mit monatlichen oder jährlichen Raten oder
3. Sie erwerben mit schriftlicher *Studienbestätigung* eine *kostenlose* zeitlich begrenzte *Studentenversion* oder
4. Sie beschränken sich auf eine *30-tägige kostenlose Testversion*.

Prinzipiell gestaltet sich der Softwaredownload recht einfach, hier für die Privatanwender-Version wiedergegeben (siehe Abbildung 1.1):

- ❶ Gehen Sie auf die Autodesk-Homepage [www.autodesk.de](http://www.autodesk.de) und
- ❷ melden Sie sich dort bei Autodesk mit Ihrer E-Mail-Adresse und einem selbst gewählten Kennwort an.
- ❸ Wählen Sie dann **PRODUKTE**, dort unter **TOP-PRODUKTE**
- ❹ **FUSION** und auf der nächsten Seite
- ❺ **KOSTENLOSE TESTVERSION HERUNTERLADEN**.
- ❻ Bei den Testversionen klicken Sie auf **AUTODESK FUSION FÜR PRIVATANWENDER (EINGESCHRÄNKTE VERSION)** und dann auf
- ❼ **AUTODESK FUSION FÜR PRIVATANWENDER HERUNTERLADEN**.
- ❽ Gegebenenfalls müssen Sie noch den Zugriff auf Ihren Standort erlauben.

## Kapitel 1

Erste Schritte: Am Anfang eine einfache Kiste

- 9 Es folgen drei Schritte, bei denen Sie noch einige persönliche Daten eingeben müssen.
- 10 Nach der Absendung können Sie
- 11 JETZT HERUNTERLADEN anklicken.
- 12 Die geladene Datei können Sie im Browser gleich zur Installation starten.

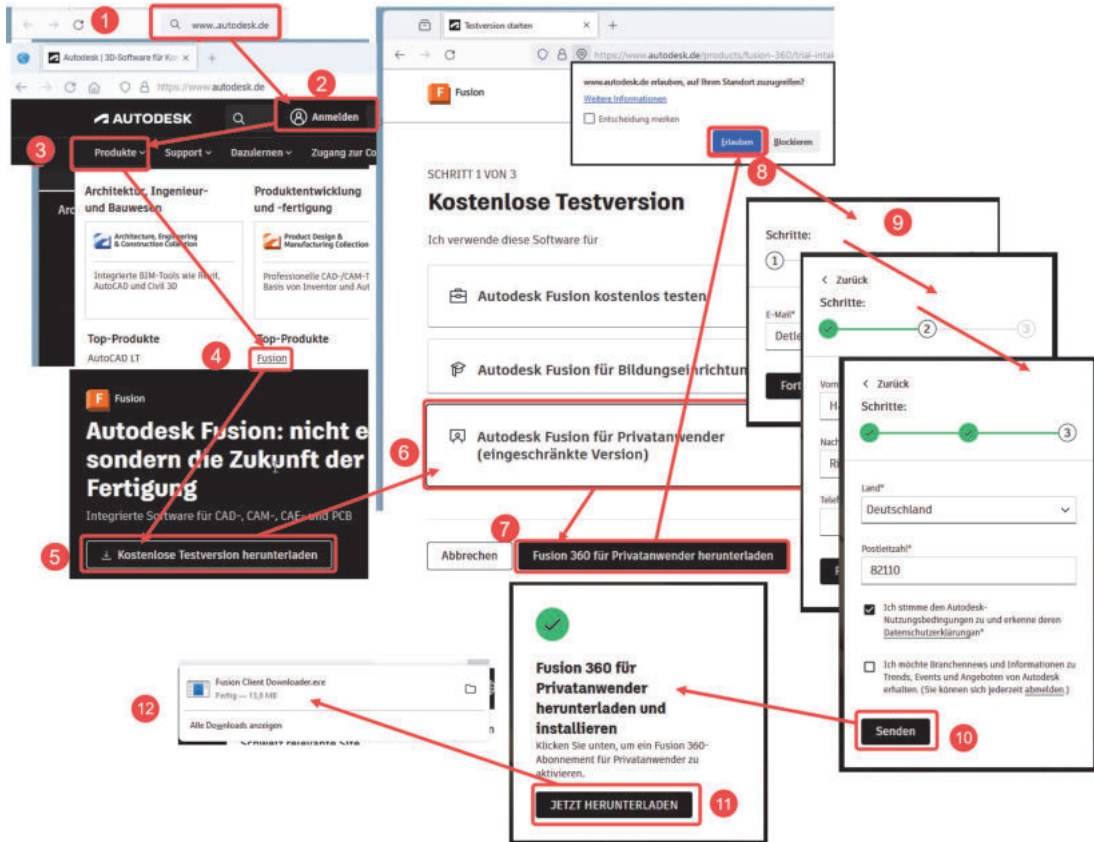


Abb. 1.1: Download der Fusion-Version für Privatanwender

Parallel dazu wird auch auf Ihrem Desktop das Symbol für den Programmaufruf von FUSION erscheinen (Abbildung 1.2).

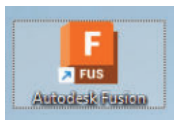


Abb. 1.2: Icon des Programms FUSION

Aktualisierungen des Programms werden oft kurzfristig angekündigt und sind durch eine Markierung am Benachrichtigungscenter 🔔 rechts oben zu erkennen. Sie können dann automatisch heruntergeladen werden und sind mit dem nächsten Neustart aktiv.

Sie werden beim ersten Programmstart nach Ihrer Identifizierung gefragt, beim nächsten Start ist nur dann eine neue Identifizierung nötig, wenn Sie auf einem anderen PC arbeiten.

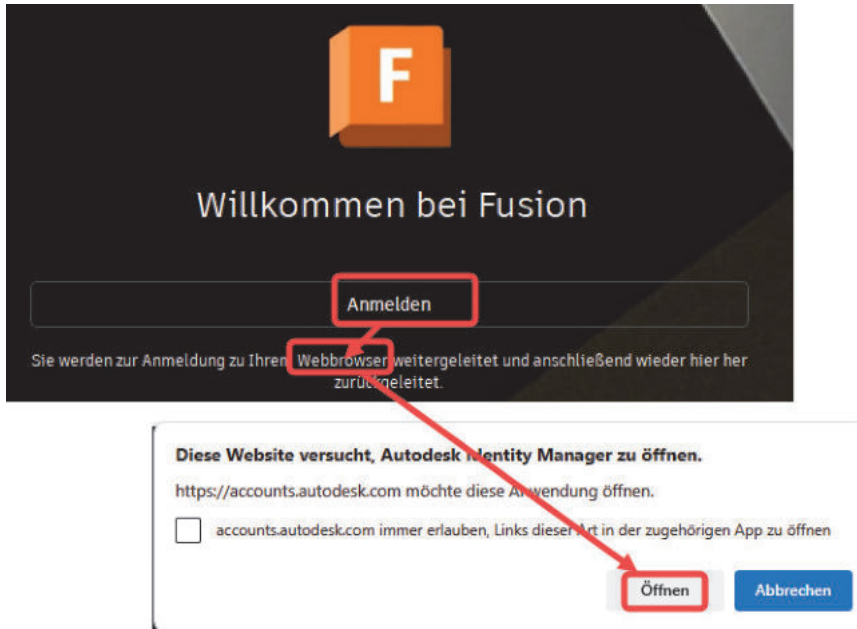


Abb. 1.3: Identifizierung beim Programmstart

## 1.2 Abonnement, Funktionsumfang und Privatnutzung

Das Programm Fusion kann für verschiedene Zeiträume abonniert und auch je nach Nutzungszeit abgerechnet werden. Die meisten Funktionen des Programms sind durch ein normales Abonnement abgedeckt. Es gibt aber einige spezielle Funktionen, für die extra Gebühren nötig sind. Dafür müssten Sie dann im Voraus sogenannte *Tokens* (früher *Cloud-Punkte*) erwerben.

Für Privatanwender, die nachweislich Fusion nicht kommerziell nutzen, gibt es eine leicht abgespeckte Gratis-Version, die unter FUSION FÜR PRIVATANWENDER angeboten wird und sich am PC als AUTODESK FUSION PERSÖNLICH meldet. Die meisten Beispiele aus dem Buch können unter FUSION PERSÖNLICH realisiert werden. Die wichtigsten Abweichungen zwischen der Standard-Version und FUSION

PERSÖNLICH sind in Abbildung 1.4 zusammengefasst. Mehr Funktionalität kann hier nur durch ein normales Abonnement erreicht werden. Einige wenige Funktionen, wie beispielsweise das Rendern aufwendiger Konstruktionen, können auch hier die Zahlung mit Tokens erfordern.

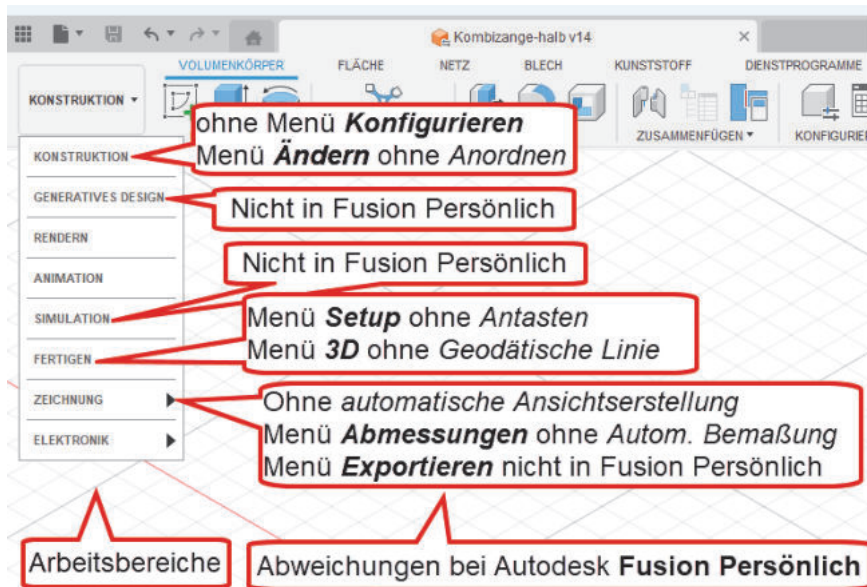


Abb. 1.4: Abweichungen zwischen Fusion-Standard-Version und FUSION PERSÖNLICH

### 1.3 Hard- und Software-Voraussetzungen

Folgende 64-Bit-Betriebssysteme werden für Fusion empfohlen:

- Windows 10 (ab Build 19045), Windows 11 (ab Build 22H2)
- macOS 12, 13, 14, 15 (ab 2.0.20749)

Als Hardware wird mindestens vorausgesetzt:

- Für PC oder Mac: ein 64-Bit-Prozessor mit vier oder mehr Kernen
- 4 GB RAM-Speicher oder mehr
- Mindestens 8,5 GB freier Festplattenspeicher
- Bildschirmauflösung von 1366 x 768 Pixel oder mehr
- DirectX-11-kompatible Grafikkarte mit mindestens 1 GB
- Zeigegerät: Maus oder Trackball
- Schnelles Internet für den Software-Download und Updates

## 1.4 Fusion starten und eine einfache Konstruktion erstellen: die Kiste

### 1.4.1 Das Fusion-Fenster

Nach dem Programmstart erscheint das Start-Zeichenfenster (Abbildung 1.5). Im Prinzip können Sie gleich loslegen und Ihre Konstruktion beginnen. In der Kopfzeile wird als Name der Konstruktion zunächst **Unbenannt** angezeigt. Erst wenn Sie Ihre Arbeit das erste Mal speichern, können Sie einen eigenen Namen eingeben.

Gespeichert wird die Konstruktion standardmäßig in der Cloud unter Ihrem Benutzerbereich bei Autodesk. Beim nächsten Programmstart, der ja nur über automatische oder manuelle Anmeldung bei Autodesk möglich ist, stehen Ihre Konstruktionen dort sofort wieder zur Verfügung.

Wenn Sie eine Konstruktion direkt auf dem eigenen Rechner speichern wollen, müssen Sie die Funktion EXPORTIEREN aus der DATEIVERWALTUNG wählen.

Die Standard-Voreinstellungen des Programms sind für unsere ersten Konstruktionen sinnvoll.

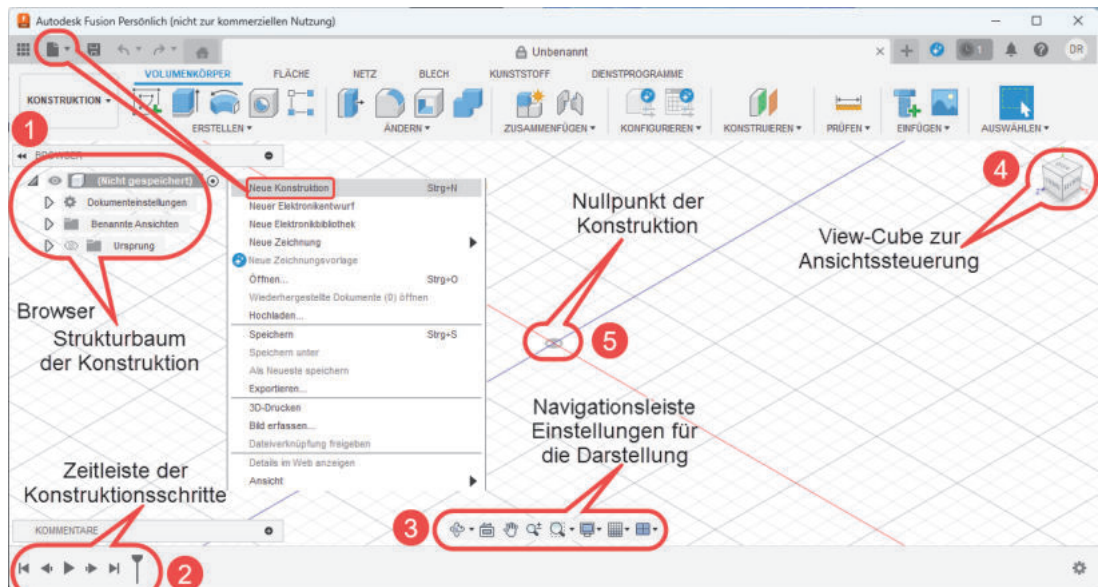


Abb. 1.5: Benutzeroberfläche von Fusion

Im oberen Rand finden Sie links die Dateiverwaltungsfunktionen. Unter der Multifunktionsleiste gibt es noch fünf wichtige Bereiche (siehe Abbildung 1.5):

- ❶ Der BROWSER ist der *Strukturbaum der Konstruktion* und zeigt die verschiedenen Konstruktionselemente in hierarchischer Darstellung an wie die SKIZZEN der Konstruktion und die VOLUMENKÖRPER.
- ❷ Die ZEITLEISTE zeigt die verschiedenen Konstruktionsschritte in zeitlicher Reihenfolge an mit der Möglichkeit, sich auch rückwärts und wieder vorwärts im bisherigen Ablauf zu bewegen.
- ❸ Die NAVIGATIONSLEISTE bietet die *Einstellungen für die Darstellung*, die nach aktuellem Bedarf angepasst werden können.
- ❹ Mit dem VIEW-CUBE kann die Ansichtsrichtung durch Anklicken der Flächen, Ecken und Kanten des Würfels gewählt werden.
- ❺ Nach Beginn der Skizze wird der NULLPUNKT normal in der Mitte hervorgehoben angezeigt.

### 1.4.2 Die richtige Organisation

Es passiert relativ schnell, dass Sie mit diesem schönen Programm eine Konstruktion nach der anderen erstellen und in kürzester Zeit nichts mehr wiederfinden. Deshalb richten Sie sich dazu unbedingt passende Ordner und Unterordner ein. Dazu aktivieren Sie das DATENPANEL und richten dort Projekte ein, in denen Ihre Konstruktionen gespeichert werden.

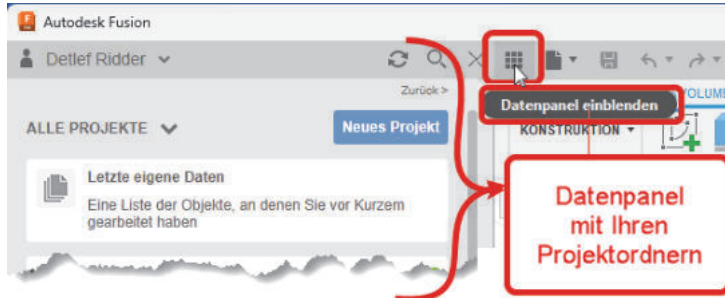


Abb. 1.6: DATENPANEL aktivieren

Für die Zeichnungen in diesem Buch habe ich beispielsweise zunächst mit NEUES PROJEKT einen Ordner für den Buchtitel mit dem Arbeitsnamen **Fusion-LBD-Buch** angelegt. Dann habe ich mit Doppelklick darauf in diesen Projektordner geschaltet und für jedes Kapitel mit NEUER ORDNER einen Ordner mit passendem Titel angelegt.

Für jedes Kapitel schalte ich dann per Doppelklick den entsprechenden Ordner aktiv und kann dort neue Konstruktionen beginnen (Abbildung 1.8). Auch wenn noch nichts konstruiert wurde, ist es durchaus sinnvoll, gleich zu speichern, damit die Konstruktion einen möglichst selbsterklärenden Namen erhält (Abbildung 1.9).

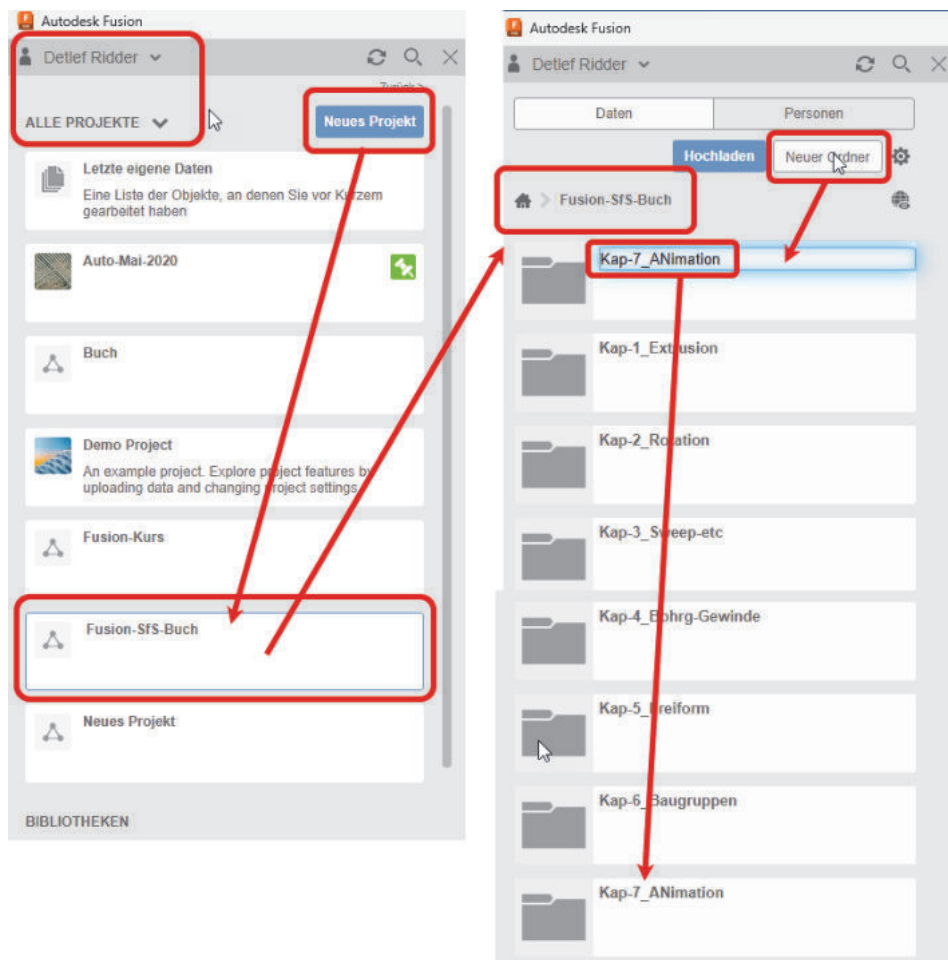


Abb. 1.7: Projekte und Unterordner anlegen

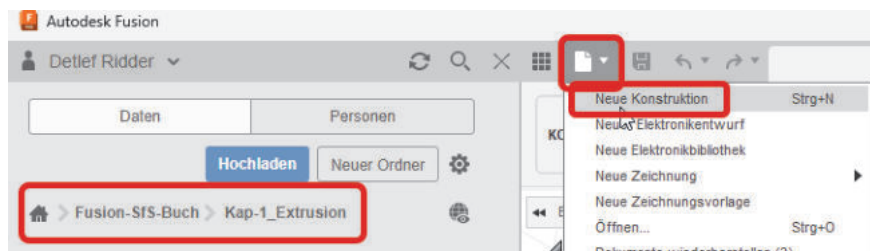
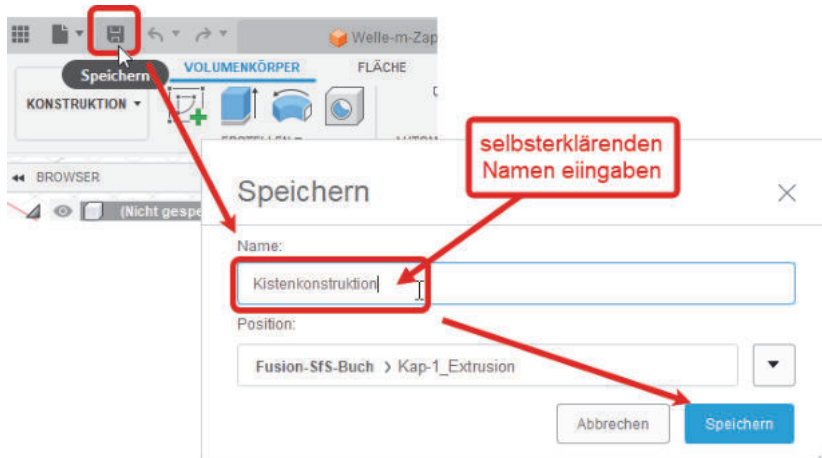
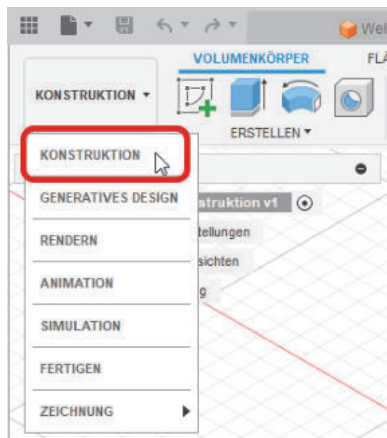


Abb. 1.8: Projektordner ist aktiv und neue Konstruktion wird gestartet.



**Abb. 1.9:** Speichern mit Vergabe eines Namens



Unsere ersten Konstruktionen beginnen immer im ARBEITSBEREICH KONSTRUKTION, der standardmäßig beim Erststart aktiv ist (Abbildung 1.10). Die übrigen ARBEITSBEREICHE finden Sie dort in der Drop-down-Liste ▼ von KONSTRUKTION.

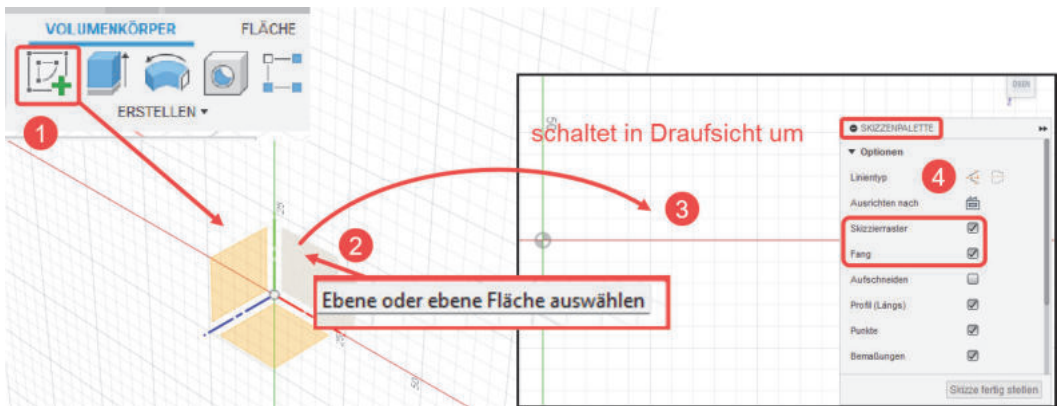


**Abb. 1.10:** Die ARBEITSBEREICHE in Fusion mit aktivem Bereich KONSTRUKTION


### 1.4.3 Die erste Konstruktion

Die normale Vorgehensweise zur Konstruktion einfacher Teile sieht so aus, dass Sie zuerst eine zweidimensionale Skizze zeichnen und daraus dann mit verschiedenen Methoden einen dreidimensionalen Volumenkörper erzeugen. Im ersten Beispiel, der Konstruktion einer Kiste, soll ein quaderförmiger Volumenkörper erstellt werden (Abbildung 1.11).



- ❶ Dazu starten Sie die Funktion ERSTELLEN|SKIZZE ERSTELLEN , die zuerst
- ❷ die Auswahl der Skizzenebene erfordert. Da man normalerweise in der *xy-Ebene* zeichnet, klicken Sie die betreffende Ebene an, die sich zwischen der *roten x-Achse* und der *grünen y-Achse* aufspannt. Wo diese Ebene vorgabemäßig angezeigt wird, hängt von der Vorgeschichte der Programmbedienung ab, aber sie liegt immer zwischen der roten und grünen Achse.
- ❸ Das Programm schwenkt dann automatisch in die *Draufsicht*.
- ❹ Rechts werden in der SKIZZENPALETTE die Hilfsfunktionen für die Arbeit angezeigt. Dort ist standardmäßig das SKIZZENRASTER sichtbar aktiviert und mit FANG auch das automatische Einrasten beim Zeichnen vorgegeben. Der vorgegebene Rasterabstand beträgt **5 mm**. Er ergibt sich indirekt aus den RASTEREINSTELLUNGEN  der NAVIGATIONSLEISTE durch HAUPTRASTERABSTAND **50 mm** und NEBENUNTERTEILUNGEN **10**.






**Abb. 1.11:** Skizze starten in der x-y-Ebene

- ❶ Die Skizze beginnen Sie (Abbildung 1.12) mit der RECHTECKFUNKTION  aus der Gruppe ERSTELLEN und
- ❷ positionieren die erste Ecke per Klick auf dem Nullpunkt. Dabei rastet diese Ecke auf dem Nullpunkt ein.
- ❸ Die Größe des Rechtecks können Sie über die Werteeingabe für Höhe (**50 mm**) und
- ❹ für die Breite (**100 mm**) bestimmen. Zwischen den Eingabefeldern können Sie mit **Tab** wechseln. Danach wird das Rechteck auch gleich mit den Maßen in x- und y-Richtung erscheinen und alle Kanten werden schwarz angezeigt. Dies ist das Zeichen dafür, dass die *Skizze* durch *Bemaßungen* und automatisch erkannten *Abhängigkeiten* wie horizontale und vertikale Lage der Kanten sowie Fixierung des ersten Punkts auf den Nullpunkt *vollständig bestimmt* ist.

## Hinweis

Im BROWSER wird eine vollständig bestimmte SKIZZE durch das Symbol  gekennzeichnet. Eine noch nicht vollständig bestimmte Skizze erscheint mit dem Logo . Sie müssten dann in der Skizze weitere Bemaßungen hinzufügen oder geometrische Abhängigkeiten ergänzen.

- 5 Oder Sie ziehen alternativ die zweite Ecke mit dem Cursor per Klick auf die Koordinatenposition  $x=50 \text{ mm}$  und  $y=100 \text{ mm}$ . Das fertige Rechteck wird transparent blau ausgefüllt, so wie *geschlossene Konturen* in Fusion immer gekennzeichnet werden. In diesem Fall fehlen dann aber noch die Bemaßungen. Das ist auch daran zu erkennen, dass zwei Kanten noch in *Blau* erscheinen, also *nicht vollständig bestimmt* sind. Verwenden Sie deshalb den Befehl ERSTELLEN|SKIZZENBEMAßUNG , klicken Sie die Kanten zum Bemaßen an und positionieren Sie die Maßlinien. Danach können Sie die angezeigte Maßzahl zur Anpassung überschreiben. Die Bemaßung beenden Sie mit  oder über Rechtsklick und die Kontextfunktion .
- 6 Die fertige Skizze beenden Sie mit SKIZZE FERTIG STELLEN  rechts oben in der Multifunktionsleiste.

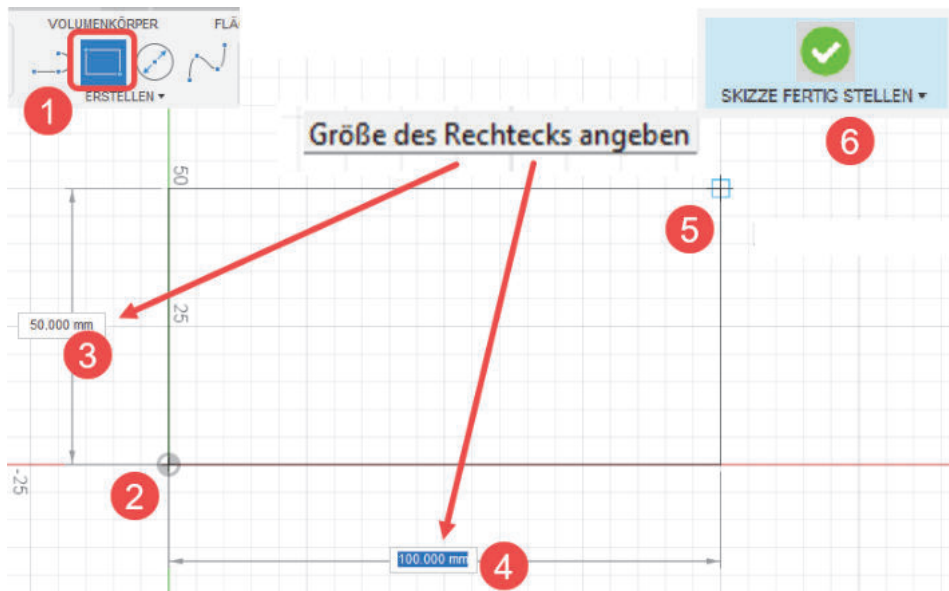



Abb. 1.12: Zeichnen eines Rechtecks

Damit aus dem Rechteck eine dreidimensionale Kiste wird, soll nun ein Volumenkörper (Abbildungung 1.13)

- 1 durch EXTRUSION  erzeugt werden. Damit wird die Kontur in der Höhe ausgedehnt, wodurch ein Volumen entsteht. Da nur eine einzige geschlossene Kontur vorhanden ist, wird sie automatisch als Ausgangsfläche der EXTRUSION ausgewählt.
- 2 Die Funktion bietet zwei dynamische Eingaben, einen *Pfeil* zum Bestimmen der *Extrusionshöhe* per Cursor und ein *Kreissymbol* zur Änderung des *Extrusionswinkels*, um die Neigung der Seitenflächen zu ändern. Zur dynamischen Manipulation müssen Sie das betreffende Symbol anklicken, das dann blau gefärbt wird. Sie können diese Werte auch in Eingabefeldern bestimmen, die beim Anklicken von Pfeil und Kreis erscheinen.
- 3 Alternativ erscheint aber auch ein Dialogfeld zur Werteingabe. Die Erzeugung des Volumenkörpers wird dort mit OK beendet.

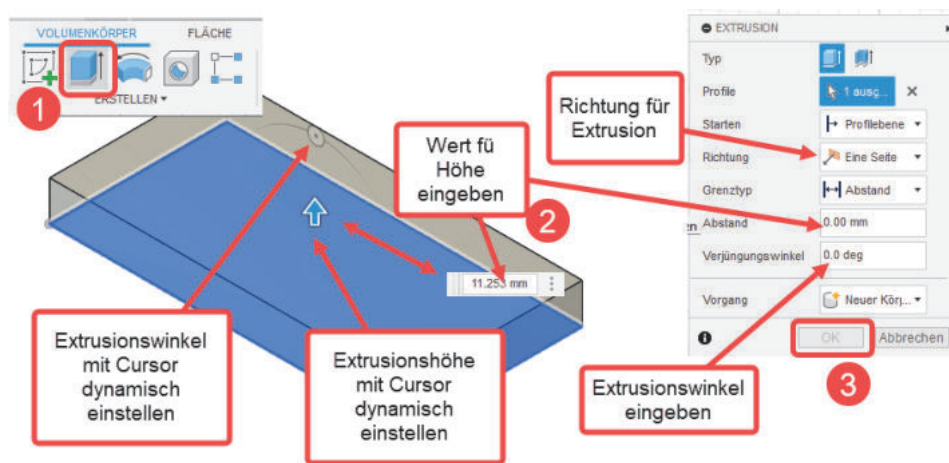


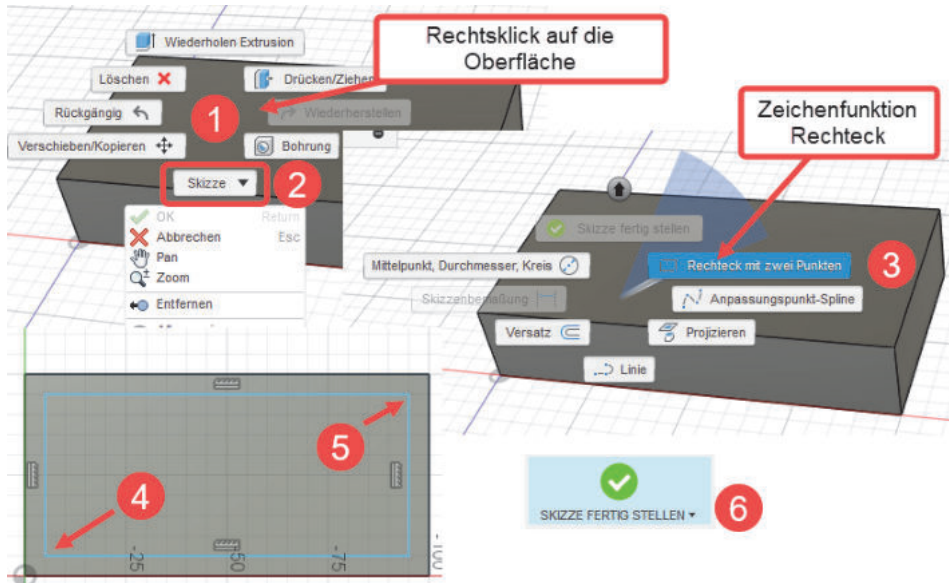
Abb. 1.13: Volumenkörper durch Extrusion erzeugen

Die Konstruktion soll aber eine Kiste und keinen Quader ergeben. Dazu ist es nötig, den Körper auszuhöhlen. Sie erstellen dazu einen zweiten, etwas kleineren Körper, der dann praktisch vom ersten Körper abgezogen wird und dadurch den inneren Hohlraum erzeugt.

Es beginnt wieder mit Generieren einer Skizze (Abbildung 1.14):

- 1 Da Sie auf der *Deckfläche* des Quaders weitermachen wollen, klicken Sie diese mit einem *Rechtsklick* an, um eine Funktionsauswahl zu erhalten.
- 2 Klicken Sie auf *SKIZZE*, um die Skizzierfunktionen zu bekommen.
- 3 Hier wählen Sie *RECHTECK MIT ZWEI PUNKTEN*, wodurch wieder in die Draufsicht geschwenkt wird.

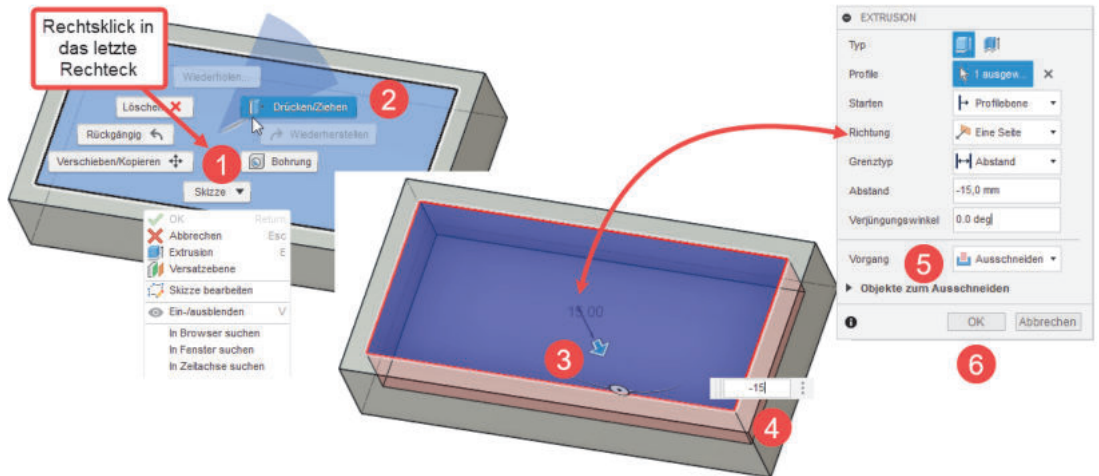
- ④ Klicken Sie auf die Rasterposition bei  $x = 5 \text{ mm}$  und  $y = 5 \text{ mm}$  für die erste Ecke und
- ⑤ Bei  $x = 95 \text{ mm}$  und  $y = 45 \text{ mm}$  für die gegenüberliegende Ecke.
- ⑥ Beenden Sie die Skizze wieder mit **SKIZZE FERTIG STELLEN** rechts oben in der Multifunktionsleiste.



**Abb. 1.14:** Skizze für die Aushöhlung erstellen

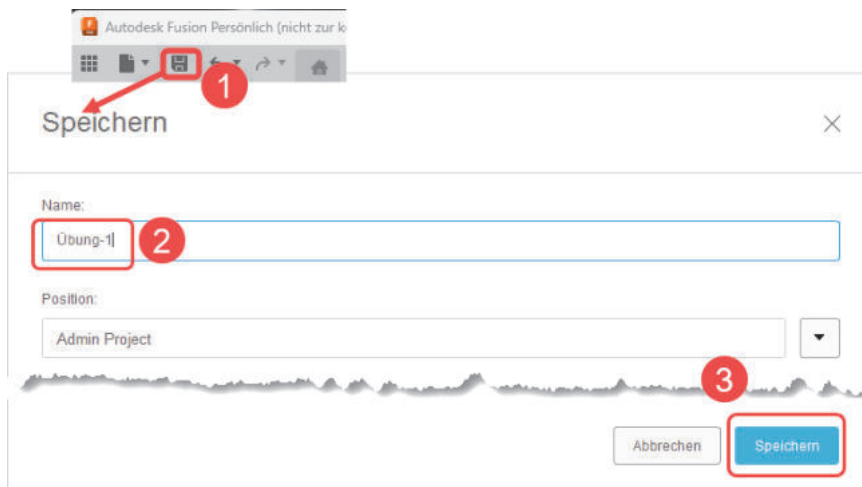
In der dreidimensionalen Darstellung soll nun aus der Skizze ein Abzugskörper werden, also ein extrudierter Volumenkörper, der vom vorhandenen volumenmäßig abgezogen wird (Abbildung 1.15).

- ① Fahren Sie mit dem Cursor in das skizzierte Rechteck hinein und aktivieren Sie mit einem Rechtsklick die möglichen Bearbeitungsfunktionen.
- ② Wählen Sie **DRÜCKEN/ZIEHEN** für die Extrusion.
- ③ Weil das neue Volumen vom bestehenden abgezogen werden soll, muss diesmal die Extrusionsrichtung am Pfeil nach unten gezogen werden oder
- ④ es muss ein negativer Wert für die Höhe eingegeben werden.
- ⑤ Fusion erzeugt jetzt keinen neuen Einzelkörper, sondern zieht ihn sofort vom Ausgangskörper ab. Das wird automatisch unter **VORGANG** durch **AUSSCHNEIDEN** festgelegt.
- ⑥ Mit **OK** können Sie nun die Konstruktion Ihrer ersten Kiste beenden.



**Abb. 1.15:** Abzugskörper durch Extrusion erstellen

Die Konstruktion können Sie nun speichern ❶ (Abbildung 1.16) und dabei einen Namen vergeben ❷. Mit **SPEICHERN** ❸ wird sie standardmäßig nicht auf Ihrem Computer abgelegt, sondern in der Cloud von Autodesk unter Ihrer Benutzerkennung. Zum Speichern auf Ihrem Computer müssten Sie **SPEICHERN**|**EXPORTIEREN** wählen.



**Abb. 1.16:** Speichern der Konstruktion

Zur Weiterbearbeitung einer gespeicherten Datei blenden Sie das **DATENPANEL** ❶ (Abbildung 1.17) ein und öffnen die Konstruktion dort mit einem Doppelklick ❷.

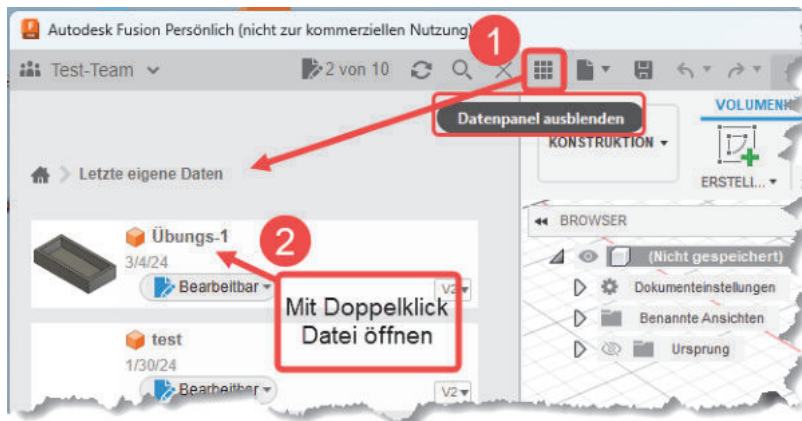


Abb. 1.17: Datei zur Bearbeitung öffnen

#### 1.4.4 Elegante Konstruktion mit »Schale«

Die Konstruktion der Kiste aus einem äußeren und einem inneren Volumenkörper ist natürlich etwas umständlich. Eleganter ist dafür die Konstruktion nur eines äußeren Volumenkörpers, der mit einer Wandstärke versehen wird und dadurch ausgehöhlt wird. Wenn Sie nun den zweiten Volumenkörper für das Aushöhlen schon erstellt haben, können Sie leicht über die Zeitleiste unten diese Schritte zurückgehen und den Zustand nach Skizze und erstem Körper wieder erreichen (Abbildung 1.18).

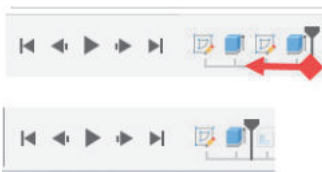



Abb. 1.18: Auf der Zeitleiste zwei Konstruktionsschritte zurückfahren

Das Aushöhlen des ersten Volumenkörpers erreichen Sie elegant mit ÄNDERN|SCHALE  ①, ②. Sie wählen den auszuhöhlenden Körper ③, korrigieren gegebenenfalls die Richtung für die Wandstärke ④ und geben die DICKE ⑤ dafür an. Beenden Sie dann mit OK ⑥. Bei SCHALE ist vor allem wichtig, auf welcher Fläche ③ Sie den Körper angeklickt haben. Diese Fläche wird nämlich nicht mit Wandstärke versehen, sondern offen gelassen. Sie können unter FLÄCHEN/KÖRPER auch mehrere Flächen anklicken, wenn das Volumen mehrere Öffnungen haben soll.

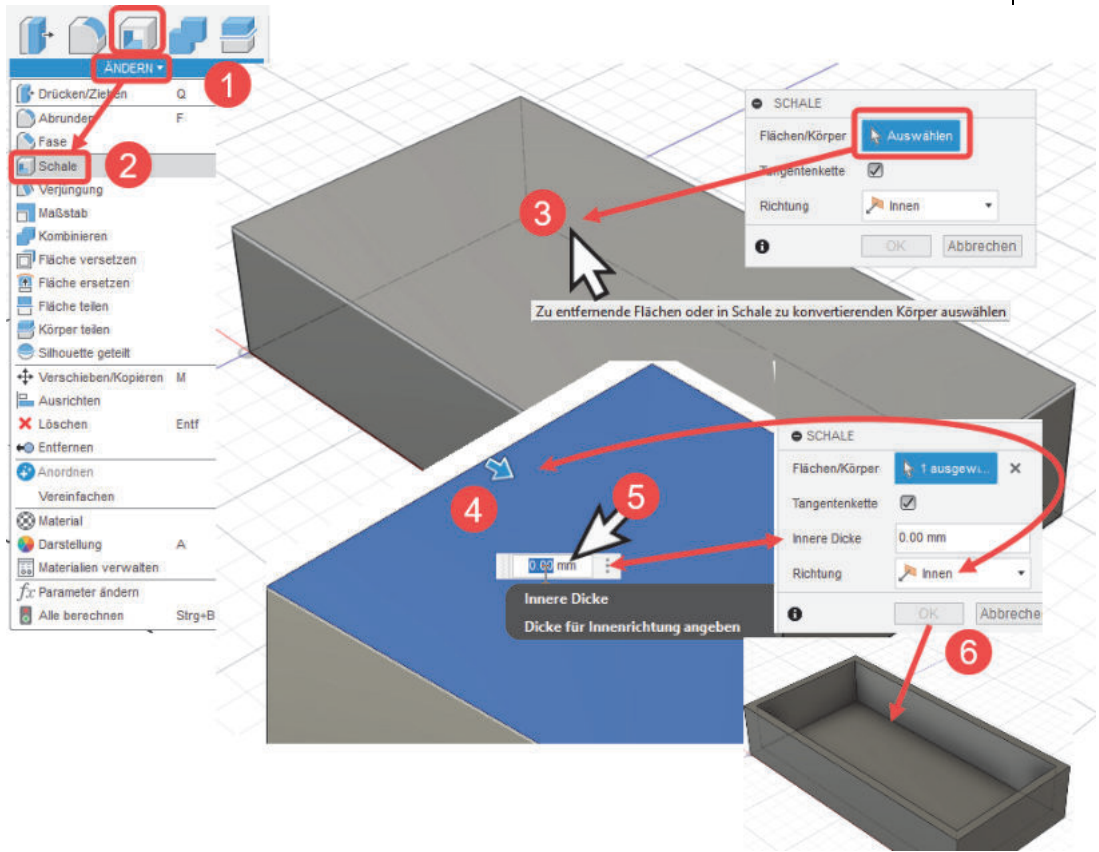


Abb. 1.19: Einen Volumenkörper mit Wandstärke versehen

### 1.4.5 Browser und Zeitleiste

Durch Ihre Konstruktion ist der BROWSER durch die neuen Elemente **Skizze1** und **Skizze2** sowie den Volumenkörper **Körper1** ergänzt worden. Die BROWSER-Darstellung enthält insgesamt fünf Kategorien, die Sie durch Klick auf das Dreieck-Symbol ▾ aufblättern können:

1. DOKUMENTENEINSTELLUNGEN – Hier ist zunächst nur die Vorgabe für die ZEICHENEINHEITEN auf **mm** gesetzt worden. Sie können die Einheiten durch Klick auf diese Zeile und Aktivieren des BEARBEITEN-Icons auf **Zentimeter**, **Meter**, **Zoll** oder **Fuß** umstellen und diese gegebenenfalls auch als neuen Vorgabewert aktivieren.
2. BENANNT ANSICHTEN – Hier sind zunächst vier Standard-Ansichten Ihrer Konstruktion gespeichert: **Oben**, **Vorn**, **Rechts** und **Startseite** (die Ansichtsrichtung vom Start Ihrer ersten Skizze). Mit diesen Funktionen wird Ihnen die *schnellste Option* angeboten, in eine *Standard-Ansichtsrichtung* zu wechseln. Wei-

# Stichwortverzeichnis

3D-Druck 317  
Simulation 318

## A

Abhängigkeit 24, 45, 56, 71  
Gleich 72  
kollinear 71, 72  
löschen 100  
lotrecht 70  
Sichtbarkeit 100  
vertikal 70  
Ableitung 216  
Abrunden 35, 98  
in der Skizze 35  
Volumen 37  
Abstand 107, 135  
Abziehbild 239  
Abzugskörper 26  
Achse 70  
Achsrichtung 286  
Aktualisierungen 17  
Analyse-Schnitt 168  
Animation 55, 210, 223  
Beschriftung 227  
erstellen 224  
Sichtbarkeit 227  
speichern 227  
Zeichnung ableiten 273  
Anker 193  
Anpassungspunkt-Spline 112  
Ansicht  
Ausbruch-Schnittansicht 256  
Bemaßung 261  
benannte 29  
Detailansicht 255  
geometrisch ergänzen 258  
Hilfsansicht 255  
mit View-Cube ändern 20  
perspektivische 258  
Schnittansicht 254, 255  
unterbrechen 256  
Zuschneideansicht 256  
Ansichtseinstellungen 33  
Ansichtsrichtung 30

Anzeigeeinstellungen 31  
Anzeigesteuerung 62  
Arbeitsbereiche 22  
Auflageprisma 100  
Aufmaß 289  
Ausbruch-Schnittansicht 256  
Ausgangsebenenversatz 32  
Ausgerichtete Bemaßung 266  
Ausschneiden 107, 159  
Auswahl 64  
Auswahlfilter 65  
Auswahlpriorität 65  
Auswahlwerkzeuge 64  
Außengewinde 155  
Autodesk-Homepage 15  
Autokarosserie 188

## B

Bajonett-Verschluss 113  
Basislinienbemaßung 269  
Baugruppe  
technische Zeichnung ableiten 273  
Baugruppen 193  
Bearbeitungsrichtung 288  
Befestigungskralle 101  
Begrenzungsfüllung 181  
Beleuchtung 233, 234  
Bemaßung 24, 44, 261  
ändern 270  
anordnen 272  
ausgerichtete 261, 266  
automatische 262  
Basislinienbemaßung 269  
bereinigen 264  
Bogenlängenbemaßung 268  
Durchmesserbemaßung 262, 267  
Kettenbemaßung 270  
Koordinatenbemaßung 265  
lineare 261  
min./max. Bemaßung 269  
Radiusbemaßung 262, 267  
verkürzte Radialbemaßung 268  
Winkelbemaßung 262, 266  
Bemaßungsstil 247

Benutzerparameter 59  
 Berechnungsformel 60  
 Betriebssystem 18  
 Bewegung 58, 193  
     einschränken 210  
     synchronisieren 198  
 Bibliotheken 211  
 Bild  
     speichern 242  
 Bit 165  
 Bleistift 177  
 Bogen 83  
 Bogenlängenbemaßung 268  
 Bohren 300  
 Bohrung 149  
     Durchgangslöcher 152  
     Gewindeversatz 151  
     Grenzen 150  
     mehrere 154  
     Mittelpunktmarkierung 259  
 Bohrungsgewindetyp 150  
 Bohrungspunkt 151  
 Bohrungstyp 150  
 Bolzen 69  
 Browser 20, 29

**C**

Cloud 19, 27  
 Cloud-Renderer 244  
 CNC 292

**D**

Darstellung 233  
 Datenpanel 20, 27  
 Detailansicht 255  
 Differenz 209  
 Dokumenteneinstellungen 29  
 Download 15  
 Drehbuch 223, 226  
 Drehen 73, 304  
     Maschinendefinition 306  
     Setup 307  
     Versatz 307  
 Drehrichtung 309  
 Drehung 73  
 Drehwinkel 107  
 Drei-Tafel-Darstellung 125  
 Durchgangserweiterung 288  
 Durchgangsloch 152  
 Durchmesserbemaßung 84, 262, 267

**E**

Ecke  
     abgerundete bemaßen 260  
 Ecktyp  
     bei Fasen 43  
 Effekte 31  
 Eilgang 289  
 Einfügen (Menü) 213  
     Optionen 216  
 Einkerbung 92, 94  
 Einstiche 315  
 Endhöhe 288  
 Erhebung 103, 136  
 Explosionsdarstellung 55, 223, 273  
     technische Zeichnung ableiten 273  
 Exportieren 27  
 Extrusion 25, 91  
 Extrusion (Fläche) 178

**F**

Fang 23  
 Farbauswahl 64  
 Fase 35, 39, 99, 107  
     Abstand 90  
     duplizieren 108  
     Ecktyp 43  
     Gewinde 158  
     im Körper 42  
 Fasenkante 75  
 Fenster 189  
 Fensterauswahl 64, 65  
 Fensterwahl 52  
 Fertigung 279  
     Darstellung 290  
     Simulation 290  
 Fläche 177, 185  
     stutzen 179  
 Flächenmodell 177  
 Flanschteil 172  
 Flex Tokens 244  
 Fluchtend 72  
 Flugzeug 103  
 Fräsen 279  
     Maschinenauswahl 282  
 Freier Orbit 62  
 Freiformauswahl 64, 66  
 Freiformgeometrie 186  
 Freiform-Kurve 112  
 Freiformmodellierung 186  
 Freistich 88, 158, 314  
 Führungsfläche 107  
 Führungsschiene 107, 110  
 Fusion-Fenster 19

**G**

Gelenke 193  
 Geometrie 258  
 Gestell 118  
   aus Drei-Tafel-Darstellung 125  
 Gewicht 231  
 Gewinde 103, 131, 149, 157  
   3D-Darstellung 151  
   bohren 300, 303  
   Fase 158  
 Gewindebohrung 149, 152  
 Gewindesackloch 152  
 Gewindestange 155  
 Gewindetyp 157  
 Gleichlauf 288

**H**

Halbschnitt 69  
 Hardware  
   Voraussetzungen 18  
 Heidenhain-Format 293  
 Hilfetexte  
   unterdrücken 62  
 Hilfsansicht 255  
 Hilfsebene 74  
 Hilfsfunktionen 23  
 Hilfslinie 70  
 Hintergrund 233, 236, 237  
 Hohlraum 135  
 Holzschraube 160  
 Hosenrohr 148

**I**

Inbusschlüssel 104  
 Inkreisradius 97  
 Installation 15

**K**

Kamera 32, 226  
   perspektivisch 236  
 Kameraeinstellungen 236  
 Kanten  
   blau 24  
 Kantenverlängerung 260  
 Kernbohrung 303  
 Kette auswählen 106, 135  
 Kettenbemaßung 270  
 Kinematik 306  
 Kollinear 71, 94  
 Kombinieren 54, 110  
 Kombizange 211, 244  
 Komponente 55, 58, 193

erstellen 58  
 zusammengesetzte 193

Konisch 76  
 Konstruktion (Bereich) 231  
 Kontaktsatz 210  
 Kontrollpunkt-Spline 112  
 Kontur  
   geschlossene 24, 70  
 Koordinatenbemaßung 265  
 Kopie 109  
 Kopieren 54  
 Körper 30, 58, 193  
   teilen 50, 185  
 Kreistasche 298  
 Kreuzenauswahl 65  
 Kreuzschlitz 169  
 Kreuzschlüssel 102

**L**

Längsschichten 314  
 Längsschuppen 312  
 Leitung 103, 118, 132  
   Pfade 119  
   Profile 120  
 Lineare Bemaßung 265  
 Linientyp 70  
 Lofting 103, 136  
 Lotrecht 70, 94

**M**

Maschine 282  
   erstellen 306  
 Maschinenmodell  
   herunterladen 282  
 Maschinensteuerung 292  
 Material 182, 231, 233, 234  
 Materialbibliothek 183  
 Materialeigenschaften 182  
 Min./max. Bemaßung 269  
 Mittellinie 70, 82, 258  
 Mittelpunktmarkierung 259  
 Modellieren 177  
 Modellparameter 45  
 Multifunktionsleiste  
   anpassen 63

**N**

Navigationsleiste 20, 62  
   Anzeigeeinstellungen 31  
 NC 304  
 NC-Datei 292  
 Niet 82, 211, 212

Nullpunkt 20  
 Nut 78, 315  
     Passfeder 79

## O

Obere Höhe 288  
 Objektsichtbarkeit 32  
 Objektwahl 64  
     Objekt abwählen 65  
     Objekt dazuwählen 65  
 Ordner 20  
     anlegen 20

## P

Parameter 44, 59  
 Parameterliste 59  
 Passfeder 79  
 Perspektive 32  
 Perspektivische Ansicht 258  
 Perspektivische Projektion 32  
 Pfad 107  
 Pfadkurve 103  
 Pin 227  
 Plan  
     neue Seite erzeugen 273  
 Plandrehen 311  
 Planfräsen 285  
     Anfahr-Wegfahrbewegungen 289  
     Durchgänge 288  
     Höhen 286  
     Schnellvorschub-Modus 289  
     Werkzeug unten halten 289  
 Planschichten 314  
 Planschruppen 309  
     Durchgänge 311  
     Simulation 311  
 Polygon 97, 105, 138, 177  
 Position  
     Kanten 189  
 Posthorn 142  
 Postprozessor 292  
 Priorität 65  
 Privatanwender 15  
 Profil 103, 104, 120  
     Ausrichtung 107  
 Projekte  
     einrichten 20  
 Projektion 32  
 Projektionsansicht 247, 252  
 Propeller 220

## Q

Quadrat 97  
 Querschnitt 103, 183  
 Querststellung 288

## R

Rad 218  
 Radialbemaßung 268  
 Radiusbemaßung 262, 267  
 Raster 63  
 Rasterabstand 23  
 Rastereinstellungen 63  
 Rechteckfunktion 23  
 Reflexionen 233  
 Renderer  
     Cloud-Renderer 244  
 Render-Fenster 243  
 Rendern 231, 241  
     Voreinstellungen 233  
 Rendern (Bereich) 233  
 Rohrleitungen 132  
 Rohteil  
     Form 283  
     Größe 283  
 Rohteilversatz 288  
 Rotationsfläche 179  
 Rotationssymmetrie 69  
 Rotationsteil 70  
 Rückzugshöhe 287  
 Rundungstyp 38

## S

Schale 28, 47  
 Schiff 103  
 Schlichtbearbeitung 314  
 Schlichtspan 289  
 Schnitt 135  
 Schnittanalyse 33, 168, 183, 304  
 Schnittansicht 30, 33, 255  
 Schnittdicke 135  
 Schnittfläche 167  
 Schnittgröße 135  
 Schnittmenge 107, 127  
 Schraube 149, 160  
     einfügen 215  
 Schraubzwinge 147, 194  
     animieren 228  
 Sechskantschlüssel 104  
 Seitenschneider 205  
 Senkung 150  
 Sicherheitshöhe 286, 289  
 Sichtbarkeit 30

Simulation  
 Fertigung 290  
 Vorschau-Einschränkung 210  
 Skizze 20, 30  
 abrunden 35  
 erstellen 23  
 vollständig bestimmt 24  
 Skizzenbemaßung 24  
 Skizzenebene 23  
 Skizzenpalette 23  
 Skizzenraster 23  
 Skizzieren  
 Querschnitt 82  
 Software-Voraussetzungen 18  
 Speichern 19, 27  
 auf Computer 27  
 Spiegelebene 117  
 Spiegeln 52, 93, 117, 189  
 Spirale 103, 129, 161, 162, 163  
 Optionen 130  
 Spline 112  
 Standard-Ansichtsrichtung 29  
 Start-Dialogfenster 19  
 Stemmeisen 191  
 Studentenversion 15  
 Stutzen 52, 180  
 Flächen 179  
 Sweeping 103, 104, 106, 129  
 Körper 110  
 mit mehreren Profilen 112  
 Volumenkörper 113  
 Szeneneinstellungen 236

## T

Tasche fräsen 298  
 Technische Zeichnung 247  
 ableiten 273  
 automatisch erstellen 249  
 manuell bemaßen 265  
 Teilungswerkzeug 182  
 Testversion 15  
 Textur 234  
 Texture-Map 239  
 Tiefenschnitte 289

## U

Umgebung 31, 237  
 u-v-Koordinaten 241

## V

Vase 140  
 Verbinden 107

Verjüngungswinkel 99, 107  
 Verkürzte Radialbemaßung 268  
 Verlaufsführung 138, 140, 142  
 Verschieben 54  
 Verschieben/Kopieren 108  
 Vertikal 70  
 Verzinkung 52  
 View-Cube 20  
 Visueller Stil 31  
 Volumenkörper 20, 75  
 aus Flächen 181  
 erzeugen 24  
 kombinieren 109  
 zerlegen 50  
 Volumenkörper-Sweep 110, 113, 116  
 Voraussetzungen 18  
 Voreinstellungen 19, 61  
 Vorgang 107  
 Vorschubhöhe 287

## W

Wandstärke 28  
 Wellen 91  
 Wellenkonstruktion 87  
 Werkzeugweg 289, 290  
 neu berechnen 304  
 Windrad 217  
 animieren 229  
 rendern 246  
 Winkelbemaßung 262, 266

## Z

Zange 200  
 Zapfen 97  
 Zeicheneinheiten 29  
 Zeichnung  
 technische 247  
 Zeichnungserstellung  
 Animation 273  
 Ansicht 254  
 automatische 249  
 Dokumenteinstellungen 248  
 manuelle 252  
 Voreinstellungen 247  
 Zeitleiste 20, 30  
 Zentrierbohrung 301  
 Zinken 52  
 Zoom 32, 63  
 Zukaufteile 210  
 Zuschneideansicht 256  
 Zylinder 73, 156